

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-204973

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 8 月 9 日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/46				
G 0 3 G 15/01		S		
15/08	5 0 3 Z			
			H 0 4 N 1/46	C
			G 0 6 F 15/66	N
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く				

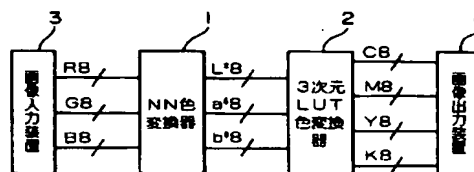
(21) 出願番号	特願平7-7673	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂三丁目3番5号
(22) 出願日	平成 7 年 (1995) 1 月 20 日	(72) 発明者	小勝 斉 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	喜多 伸児 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 川▲崎▼ 研二 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理装置およびカラー画像処理方法

(57) 【要約】

【目的】 高精度な色変換を行うとともに、回路規模を増大させることなく入力デバイスの色信号特性に容易に適合することができ、しかも、ガミュートアラームや圧縮処理などを高速に行えるようにする。

【構成】 画像入力装置 3 は、原稿をスキャンし、RGB 各 8 b i t の色信号を発生する。この RGB 信号は、第 1 の色変換器である NN 色変換器 (Neural Network 色変換器) によりデバイスインデペンデントな中間色信号 $L^*a^*b^*$ (各 8 b i t) に変換される。そして、 $L^*a^*b^*$ 信号は、第 2 の色変換器である 3 次元 LUT (Look Up Table) 色変換器 3 により CMYK 各 8 b i t に変換され、画像出力装置 4 に供給される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力カラー画像信号をデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換手段と、

前記デバイス非依存信号を画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換手段とを具備し、

前記第 1 の色変換手段は前記入力カラー画像信号を変換するためのニューラルネットワークを有し、前記第 2 の色変換手段は前記デバイス非依存信号を変換するためのルックアップテーブルを有していることを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2】 入力カラー画像信号をニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換過程と、

前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換過程とを有することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 3】 入力カラー画像信号を、ニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換手段と、

前記ニューラルネットワークの係数を、入力カラー画像信号に応じて変更する係数変更手段と、

前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換手段とを具備することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 4】 入力カラー画像信号をニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換するとともに、前記ニューラルネットワークの係数を、入力カラー画像信号に応じて変更する第 1 の色変換過程と、

前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換過程とを有することを特徴とするカラー画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カラー画像入力信号に画像処理を施して出力する装置および方法に関し、詳しくは、デジタル・カラー複写機内の画像処理装置やデスクトップパブリッシング等に代表されるカラー画像統合処理装置、あるいはデジタルカラープリンター等に用いて好適なカラー画像処理装置およびカラー画像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】カラープリンタやカラー複写機などにおいては、入力された色信号を他の形式の色信号に変換（以下、色変換という）して出力装置（プリント装置）に供給することが通常行われる。この場合、入力色信号を特定した上で、使用する記録装置（プリント装置）の色再生特性に合わせた色変換処理を行う。例えば、カラー複写機では入力部（原稿をスキャンする部分）が装置内に内蔵されているため、これを用いて特定の原稿色を対象にコピー動作を実行し、この場合の入力色とプリント出力色とが一致するように色変換処理を設定する。

【0003】また、カラープリンタでは、入力色信号を特定し、この特定された信号が入力されることを想定して色変換処理を設定する。一般的には、テレビジョンで用いられる NTSC RGB 信号がその代表的な入力信号であり、ディスプレイとプリント出力の色が一致するように、NTSC RGB 信号を記録色信号である C（シアン）信号、M（マゼンタ）信号、Y（イエロー）信号、K（黒）信号に変換する。

【0004】ところで、現在各種カラー入出力メディアが多様化し、しかもネットワークを介してカラー信号が相互交換されるに至り、その形式もますます多様化している。ここで、カラー画像情報の編集を行うアプリケーションソフトに用いられるカラー信号の形式を表 1 に示す。

【0005】

35 【表 1】

アプリケーション	機 能	色空間	カラーマッピング
Illustrator 3.2	イラストレーション	CMYK	PANTONE TOYO DIC
FreeHand 3.1	イラストレーション	RGB HSL CMY CMYK	PANTONE TOYO DIC
Photo Shop 2.01	イメージ編集	Gray RGB CMYK HSL HSB	PANTONE TRUEMATCH FOCOLTONE DIC TOYO
PageMaker 3.5J	ページレイアウト	RGB HSL CMYK	PANTONE

【0006】この表に示されるアプリケーションソフトは、現在使用されている画像処理ソフトの代表的なものであり、図示のように、色空間としては、■RGB空間、■RGB空間からの変換演算で定義されるHSL、HSB空間、■記録色そのものを用いるCMYK空間などが用いられる。また、一般的に、印刷出力を最終出力とするような利用形態ではCMYK信号が使われ、印刷の製版スキャナーに送信されるようになっている。

【0007】以上のように、現在では多様な色空間が用いられるようになっており、しかも、色空間は同一でも、実際のカラーデータが異なるケースもよく知られている。例えば、RGB信号でもNTSC RGB信号と一般のカラーズキャナーのRGB信号は異なる。また、カラーズキャナー間でも機種によってその分光レスポンスなどの違いにより差異が生じている。CMTK空間でも同様に、異なる色材セットでは同じCMYK信号を用いても、プリント色は異なる。

【0008】すなわち、色空間の種類とは別に、カラー信号がデバイスに依存するか否かという指標が存在する。言い替えれば、デバイスインデペンデントな信号か、デバイスデペンデントな信号かの差異があり、デバイスデペンデントな信号の場合には、デバイス毎にその特性が相違する。

【0009】ここで、デバイスインデペンデントな信号とは測色的な色座標空間(CIE XYZ、 $L^*a^*b^*$ 、 $L^*u^*v^*$ など)に公知の定義式を用いて変換可能な信号を指し、NTSC RGB信号等はこれにあたる。一方、デバイスデペンデントな信号とは、ある特定のデバイスの諸特性を想定して設定される信号で、CMYK信号やカラーズキャナーでのRGB信号などはこれにあたる。

20 【0010】このように、色空間の種類およびデバイスに依存するか否かの差異により、非常に多くの色信号の態様が存在することが判る。

【0011】

25 【発明が解決しようとする課題】したがって、どのような入力デバイスを用いるかによって取り扱う色信号の特性が異なり、これに良好に対処できるカラー画像処理装置の開発が望まれていた。

30 【0012】ところで、複数の入力デバイスを適宜切り替えて使用できるカラー画像処理装置として、公知のマトリクス型色変換処理を用いて、その変換計数を異なる入力色に応じて複数準備し、入力色毎に係数を切り替えて使用するものがある。しかしながら、この方式によると、出力デバイスの非線形特性のために充分な色再現精度が得られないという問題があり、しかも、入力信号がCMYK信号のように4入力の場合、単純に変換を拡張することができないという欠点があった。

35 【0013】一方、忠実な色再現を行う処理としては、特開平2-87192に記載されるようなテーブル参照型色変換方式が知られている。この方式は、入力色信号が3入力に限定されれば、変換テーブルを入力色の種類分格納するだけで容易に対応可能である。しかしながら、4入力信号であるCMYK信号を、色材や多重転写形態の異なる記録装置用のC' M' Y' K' 信号に変換するためにテーブルの次元を4次元とすると、テーブルメモリコストが指数的に増大する。例えば、テーブル分割を16分割に設定した場合、3次元テーブルでは、1出力用のメモリサイズが $17 \times 17 = 5 \text{ kbyte}$ であるのに対し、4次元テーブルではその17倍、すなわち、85 kbyteにもなってしまう。

50 【0014】また、忠実な色再現を行うための他の方法

として、画像電子学会研究会予稿 89-01-03「ニューラルネットによるカラーハードコピーの色修正 中基孫田中武久 斎藤三恵 吉田邦夫 松下技研(株) 研究開発グループ」に記載されているニューラルネットワークによる方法がある。ニューラルネットワークの規模は、中間層数と細胞数で表されるが、この場合は、入力が 3 入力から 4 入力になっても、記憶しておくべき係数が上記のテーブルの場合のように指数関数的に増加することはない。従って、入力が 3 入力、4 入力に混在するときには、ニューラルネットワークが適している。また、微分連続性が補償されているため、多段に渡ってニューラルネットワーク色変換を用いても階調のつぶれ、あるいは、飛びが発生しにくいという利点もある。

【0015】一方、ニューラルネットワークには、以下に述べる欠点がある。まず、入力信号から画像出力装置用 CMYK 色信号に変換する過程で、入力信号が画像出力装置の色再現範囲内外であることをカラーディスプレイなどに示すガミュートアラームと呼ばれる機能が、米国特許第 4,500,919 号の明細書に示されているが、ニューラルネットワーク色変換でガミュートアラームを行うためには、逐次ニューラルネットワークによる演算を行い、出力値 CMYK が適正な範囲に入っているか否かの判定を行う必要がある。この処理をニューラルネットワーク、特にソフトウェアで行う場合、3 次元 LUT (例えば、特願平 6-144268 号公報参照) を用いた方式に比べ遅くなる欠点がある。

【0016】さらに、特願平 6-133260 号公報に述べられているように、画像出力装置の色再現範囲を考慮して入力画像を圧縮することを考えると、ニューラルネットワークでは、適正なニューラルネットワーク用の係数を求めることは容易にできるものの、処理時間を要するため、実時間処理を行うことは不可能である。

【0017】この発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、高精度な色変換を行うことができるとともに、回路規模を増大させることなく入力デバイスの色信号特性に容易に適合することができ、しかも、ガミュートアラームや圧縮処理などを高速に行うことができるカラー画像処理装置およびカラー画像処理方法を提供することを目的としている。

【0018】また、この発明の他の目的は、上記目的に加え、複数の入力デバイスの色信号特性に瞬時に適合することができるカラー画像処理装置およびカラー画像処理方法を提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項 1 記載の発明においては、入力カラー画像信号をデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換手段と、前記デバイス非依存信号を画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換手段とを具備し、前記第 1 の色変換手段は前記入力カラー画像信

号を変換するためのニューラルネットワークを有し、前記第 2 の色変換手段は前記デバイス非依存信号を変換するためのルックアップテーブルを有していることを特徴とする。

05 【0020】また、請求項 2 に記載の発明においては、入力カラー画像信号をニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換過程と、前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換過程とを有することを特徴とする。

10 【0021】また、請求項 3 に記載の発明においては、入力カラー画像信号を、ニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換する第 1 の色変換手段と、前記ニューラルネットワークの係数を、入力カラー画像信号に応じて変更する係数変更手段と、前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換手段とを具備することを特徴とする。

15 【0022】また、請求項 4 に記載の発明においては、入力カラー画像信号をニューラルネットワークを用いてデバイス非依存信号に変換するとともに、前記ニューラルネットワークの係数を、入力カラー画像信号に応じて変更する第 1 の色変換過程と、前記デバイス非依存信号を、ルックアップテーブルを参照して画像出力装置の色再現特性に基づいた出力信号に変換する第 2 の色変換過程とを有することを特徴とする。

【0023】

20 【作用】請求項 1 に記載の発明によれば、特定された入力デバイスの色信号 (例えば、CMYK 色信号) を第 1 の色変換部がニューラルネットワークを用いてデバイスインデペンデントな色信号 (例えば、3 変換で規定される内部表現色空間) に変換し、該デバイスインデペンデントな色信号を、第 2 の色変換部がルックアップテーブル (あるいは、ルックアップテーブルと補間器) を用いて画像出力信号に変換する。

25 【0024】請求項 2 に記載の発明によれば、特定された入力デバイスの色信号 (例えば、CMYK 色信号) を第 1 の色変換過程において、ニューラルネットワークによってデバイスインデペンデントな色信号 (例えば、3 変換で規定される内部表現色空間) に変換され、該デバイスインデペンデントな色信号が、第 2 の色変換過程においてルックアップテーブル (あるいは、ルックアップテーブルと補間器) によって画像出力信号に変換される。

30 【0025】したがって、請求項 1、2 に記載の発明によれば、入力色信号と出力色信号との間をデバイスインデペンデントな中間色信号で繋ぎ、入力色信号から中間色信号への色変換にニューラルネットワークを、中間色信号から出力色信号への色変換にルックアップテーブルを用いる構成であることにより、高精度な色変換を達成

することができる。さらに、入力色信号がCMYK 4入力に対応することが容易であり、ガミユートアラーム、色再現域の圧縮の実時間処理が実現できる。

【0026】次に、請求項3に記載の発明によれば、係数変更手段がニューラルネットワークの係数を入力カラー画像信号に応じて変更するので、色信号の特性が異なる複数の入力デバイスを適宜切り替えて使用することができる。

【0027】同様に、請求項4に記載の発明によれば、第1の色変換過程において、ニューラルネットワークの係数を、入力カラー画像信号に応じて変更するので、色信号の特性が異なる複数の入力デバイスを適宜切り替えて使用することができる。

【0028】ところで、請求項1～4に記載の発明において、印刷のCMYK 4入力からデバイスインデペンデントな中間信号 $L^*a^*b^*$ へ変した場合、Japan Hard Copy' 94 論文集（電子写真学会）P181～P184に記載の「フレキシブルUCRによる高精度色変換～ニューラルネットワークによる高精度プリンタモデル～」によれば、入力層4細胞→第一中間層10細胞→第二中間層10細胞→出力層3細胞の構成に対して、約3600の教師データを与えることにより、色差精度 $RMS \Delta E_{ab} = 1$ を実現できることが記載されている。このときの自由度、すなわち、重み係数（色変換係数）の数は275個である。これは、第1の色変換のために記憶しておくべきデータ量が、データ長4 byteの浮動小数点とした場合、1100 byteになることを示す。

【0029】ここで、CMYKから $L^*a^*b^*$ への変換を4次元テーブルと補間機構を併用した方式で構成した場合について、どの程度のデータ量になるかを考察してみる。Japan Hard Copy' 94 論文集（電子写真学会）P177～P180に記載されている「フレキシブルUCRによる高精度色変換～リアルタイム処理系への適用～」の中で、 $L^*a^*b^*$ からゼログラフィ・プリンタ用CMYKへの変換に3次元テーブルを用いた場合の精度が、分割数3 bitで $RMS \Delta E_{ab} = 3$ 、分割数4 bitで $RMS \Delta E_{ab} = 1$ であることが報告されている。ここでの精度は、入力デバイスに依存する $L^*a^*b^*$ 信号とCMYK信号との間の非線形挙動に対するテーブル型色変換の追従性を示したものである。上述の例とは、入力色信号が印刷用信号とゼログラフィ用信号、変換方向が $L^*a^*b^* \rightarrow CMYK$ といった相違はあるが、一般的に、印刷においても非線形特性であることが知られているから、 $RMS \Delta E_{ab} = 1$ 程度の色変換精度を狙った場合、4次元テーブル変換は、CMYK各軸、3 bit（9格子点）が必要となると推定される。各 $L^*a^*b^*$ のデータ長を1 byteとして、4次元テーブルを構成するための必要データ量を算出すると、

3bit : $9 \times 9 \times 9 \times 9$ (CMYK各軸の分割数) $\times 3$ ($L^*a^*b^*$ のデータ長) = 19683 byte

4bit : $17 \times 17 \times 17 \times 17$ (CMYK各軸の分割数) $\times 3$ ($L^*a^*b^*$ のデータ長) = 250563 byte

となり、色変換のために保持しておくべきデータ（プロファイル）がニューラルネットワークに比べ膨大になることがわかる。このことは、プロファイルの外部記憶装置使用容量、プロファイルの色変換器メモリへのロード時間、色変換中プロファイルを保持するメモリ容量を肥大化させ、結果として、コスト高、生産性の悪化を招く。したがって、本発明によれば、第1の色変換にニューラルネットワークを用いことにより、プロファイルをコンパクトにでき、生産性をあげるという効果が得られる。

【0030】さらに、画像入力装置から画像出力装置までの色変換を一つの色変換で行う場合に比べ、画像入力装置に対するプロファイルと画像出力装置のプロファイルを別々に持つことにより、プロファイル総数を減らす効果がある。

【0031】

【実施例】

A：第1実施例

以下、図面を参照してこの発明の第1実施例について説明する。この実施例は、入力信号がRGB 3色信号であり、また、画像出力装置がCMYK色信号を用いる場合に、本発明を適用した例である。

【0032】図1に示す画像入力装置3は、原稿をスキャンし、RGB各8 bitの色信号を発生する。このRGB信号は、第1の色変換器であるNN色変換器（Neural Network色変換器）によりデバイスインデペンデントな中間色信号 $L^*a^*b^*$ （各8 bit）に変換される。そして、 $L^*a^*b^*$ 信号は、第2の色変換器である3次元LUT（Look Up Table）色変換器3によりCMYK各8 bitに変換され、画像出力装置4に供給される。なお、本実施例では画像入力装置から、画像出力装置までの信号は、上述のように、8 bitに量子化されているが、これは何bitであってもよい。

【0033】次に、NN色変換器2の詳細を図2を用いて説明する。図2は、本実施例におけるニューラルネットワークの構造を示しており、入力層111、第一中間層112、第二中間層113、出力層114において、それぞれ3細胞、5細胞、5細胞、3細胞の構成をとっている。出力層114からの出力値は量子化機構115a～115cにより量子化され、最終的なNN変換器1の出力信号となる。

【0034】なお、入力層111から出力層114までのニューラルネットワークに関して、中間層の数と細胞の数はいくつであってもかまわないし、接続形態も、本実施例では入力層→第1中間層→第2中間層→出力層を

通過する形であるが、飛び越しを行う接続形態でもよい。

【0035】次に、ニューラルネットワーク中の中間層以降の細胞の機能について図3を用いて説明する。図3に示す入力 U_i ($i=1\sim n$)は、前層の各細胞からの出力値であり、しきい値 Θ_0 と重み W_i ($1\sim n$)は、予め定められている定数である。これらは、乗算部12 a \sim 12 nと加算部13によって、数1に示される信号 U_p となる。

【0036】

【数1】

$$U_p = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot U_i) + \Theta_0$$

【0037】そして、信号 U_p は、非線形演算部11により信号 U_{out} に変換される。ここで、非線形演算部11で行われる演算は、数2に示すとおりである。

【0038】

【数2】

【0039】非線形演算部11においては、シグモイド関数を用いられているのが普通であるが、本実施例では双曲線関数を用いている。以上が、細胞各々が持つ機能であり、複数の細胞が結合することにより、ニューラルネットワークを形成している。

$$E = \sum_{i=1}^N \sqrt{(L^* - L^{*'})^2 + (a^* - a^{*'})^2 + (b^* - b^{*'})^2}$$

【0043】数3において、 L^* 、 a^* 、 b^* は教師信号、 $L^{*'}$ 、 $a^{*'}$ 、 $b^{*'}$ はニューラルネットワークによる予測値である。このような学習によって、色差最小の最適化が可能となる。

【0044】次に、図1に示す3次元LUT色変換器2について、図4を用いて詳細に説明する。ただし、図4は、3次元LUT色変換器2において、 $L^*a^*b^*$ 信号からC信号を生成する部分であり、M信号、Y信号、K信号の生成についても同様の回路が設けられている。

【0045】始めに、本実施例における3次元LUT色変換器2は、各軸4bit分割の3次元LUTを用い、その出力に対し立方体補間を行うという構成をとっている。このために、まず、 $L^*a^*b^*$ 各8bitの信号の上位4bitが近傍格子点アドレス生成部21に供給され、ここで、近傍格子点を示す12ビットのアドレス ($12=4 \times 4 \times 4$ bit) が生成される。この近傍格子点のアドレスによって3次元LUT格子点データ記憶部22から格子点データが出力される。この場合の格子点データは、図5に示すように、入力 $L^*a^*b^*$ 信号によって示される座標Oを内部に含む立方体の各頂点P1 \sim P8のデータである。すなわち、入力 $L^*a^*b^*$ 信号の各bitで決まる $L^*a^*b^*$ 空間の座標をOとした場

【0040】次に、重み値 $W_1\sim W_n$ といき値 Θ_0 の最適化方法について述べる。この場合の最適化手段としては、一般に、神経回路網理論で知られるバックプロパゲーション法などが用いられている。バックプロパゲーション法においては、予め、入力に対する所望の出力を教師信号として与え、実際の出力と教師信号の差を関数変換したものをエネルギーとし、所定の出力セットにおいてエネルギーが減少または0、もしくは飽和するまで、重み値としきい値の変更を行う。このエネルギーは各重み値としきい値の関数となっており、その変換過程の各工程は、連続な関数、乗算および加算により構成されるため、各重み値としきい値を変数としてエネルギー関数を微分する事ができる。したがって、この微分関数を用いて、各重み値としきい値をエネルギーが減少するように変更していくことにより、エネルギー関数を減少させることができる。

【0041】さて、本実施例におけるニューラルネットワークにバックプロパゲーション法を適用するためには、まず、 $L^*a^*b^*$ の値が既知であるN個の色票を、画像入力装置3で読み取り、RGB信号の値を得る。そして、N個のRGB信号の値と $L^*a^*b^*$ の対を教師信号とし、エネルギーEを数3に示すCIE $L^*a^*b^*$ ΔE_{ab} に基づく色差とすればよい。

【0042】

【数3】

合に、この座標Oを含む立方体（以下、基本立方体という）の頂点座標P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8を近傍格子点として出力する。このとき、3次元LUT格子点データ記憶部22は、P1 \sim P8に対応して予め記憶されているデータD1 \sim D8を順次出力する。

【0046】そして、3次元LUT格子点データ記憶部22から出力された格子点データは、補間演算部23に供給され、ここで、補間が行われた後に、C信号として出力される。この場合、補間演算部13では、上述した近傍8点のデータと、入力 L^* 、 a^* 、 b^* 信号の下位4bitにより補間演算を行い、出力信号Cを生成する。また、M、Y、K信号についても全く同じ方法で変換が行われる。

【0047】なお、本実施例では、8点のデータをシリアルに転送するようにしているが、高速に行うためには3次元LUT格子点データ記憶部22を8個設け、並列にデータを読み出すように構成にすればよい（図省略）。

【0048】ところで、3次元LUT格子点データ記憶部22のアドレスである $L^*a^*b^*$ 信号に対する格子点データは、CMYK信号を画像出力装置に与え、その出

力画像の再現色が入力 $L^*a^*b^*$ 信号に一致するように決める必要がある。

【0049】ところが、 $L^*a^*b^*$ 信号と CMYK 信号との間は、関数関係になく、一般に、不定か不能である。従って、何らかの拘束条件を与え、 $L^*a^*b^*$ 信号と CMYK 信号の対応を一意に決定する必要がある。本発明では、「第 9 回色彩工学コンファレンス論文集、P 55～P 58、 $L^*a^*b^*$ を用いたフレキシブル UCR ～第 1 報～」に記載されている方式を適用することにより、 $L^*a^*b^*$ から CMYK への高精度な変換を行っている。

【0050】次に、補間演算部 23 でなされる補間方法の原理を第 5 図を用いて説明する。まず、基本立方体の

$$Ans = (D1 \cdot V7 + D2 \cdot V8 + D3 \cdot V5 + D4 \cdot V6 + D5 \cdot V3 + D6 \cdot V4 + D7 \cdot V1 + D8 \cdot V2) / V$$

【0052】なお、本実施例では、立方体補間を用いたが、1993 年第 24 回画像コンファレンス論文集 347 頁から 305 頁に記載されているように三角柱補間、斜三角柱補間、あるいは、四面体補間等も知られており、どのような補間法を用いてもよい。また、3 次元 LUT 格子点データ記憶部 22 の分割数を L^* 、 a^* 、 b^* の各々について 4 bit とし、格子点数で 17 点ずつとしたが、8 bit 以下であればよく、さらに、 L^* 、 a^* 、 b^* に対して 4 bit、3 bit、3 bit 等の異なった分割を行ってもよい。ただし、 L^* 、 a^* 、 b^* 信号の全 bit をアドレスとして用いる場合は補間機構が不必要であることはいうまでもない。

【0053】また、本実施例では、入力 $L^*a^*b^*$ 信号を各 8 bit としたが、何 bit であってもよい。また、本発明では、内部表現色信号として CIE $L^*a^*b^*$ 信号を用いているが、CIE XYZ 等、他のデバイスインデペンデントな色信号であってもよいということはある。

【0054】以上述べたように、本実施例においては、第 1 の色変換手段としてニューラルネットワークを用い、これにより、入力色信号をデバイスインデペンデントな信号に変換し、さらに、第 2 の色変換手段として 3 次元 LUT を用い、これにより、出力装置に適合した信号を出力するようにしたので、入出力デバイスの非線形特性に対処することができ、高い精度の色変換が可能である。

【0055】しかも、第 1 の色変換と第 2 の色変換の中間に位置する色信号がデバイスインデペンデントな信号であるため、特願平 6-144268 に記載されているガミュートアラーム機構を容易に付加でき、また、その場合の処理がニューラルネットの後段において行われるので、高速に対処することができる。

【0056】また、入力色信号が 4 入力になったとしても、ニューラルネットワークの入力細胞の一つを追加す

各頂点とその内部の座標 O の関係は入力 L^* 、 a^* 、 b^* 信号の各 8 bit のうちの下位 4 bit で決まり、座標 O を通り L^*a^* 平面、 L^*b^* 平面、 a^*b^* 平面に平行な平面で切り、基本立方体を 8 個の立方体に分割する。そして、頂点 P1 と座標 O を結ぶ線分を対角線とする立方体の体積を V1、頂点 P2 と座標 O を結ぶ線分を対角線とする立方体の体積を V2 とし、以下同様に V3、V4、V5、V6、V7、V8 とする。そして、V1 から V8 までの体積の和を V、座標 O の位置に相当する補間後の値を Ans とすると、立方体補間は次式で示される。

【0051】

【数 4】

るだけで済むので、回路が複雑化、増大化することはない。このように、デバイスインデペンデントな色信号を経由する色変換であることにより、ニューラルネットワークと LUT の双方を利点を活かすことができ、高精度で、高機能な画像処理装置が提供できる。

【0057】B：第 2 実施例

次に、この発明の第 2 実施例について説明する。図 6 は、第 2 実施例の全体構成を示すブロック図であり、図 25 において、画像入力装置群 61 と画像出力装置群 62 とがデータ伝送路 66 に接続されている。また、データ伝送路 66 には、カラー画像処理装置 70 が接続されている。

【0058】ここで、入力装置群 61 には、 $R_1G_1B_1$ 信号を出力する反射原稿用スキャナ 61a、 $R_2G_2B_2$ 信号を出力する透過原稿用スキャナ 61b、 $R_3G_3B_3$ 信号を出力する透過原稿スキャナ 61c および YCrCb 信号を出力する PhotoCD 読取り装置 61d が含まれており、各々が異なる特性の画像信号を出力するようになっている。

【0059】また、画像出力装置群 62 には、 $C_1M_1Y_1K_1$ 信号に基づいて印刷を行うインクジェットプリンタ 62a、 $C_2M_2Y_2K_2$ 信号に基づいて印刷を行うゼログラフィープリンタ 62b および $C_3M_3Y_3K_3$ 信号に基づいて印刷を行う昇華型感熱プリンタ 62c が含まれており、各々異なる特性の画像信号に基づいて印刷を行うようになっている。

【0060】カラー画像処理装置 70 は、伝送路接続装置 67 を介して、画像入力装置群 61 および画像出力装置群 62 と画像信号の授受を行うようになっている。また、カラー画像処理装置 70 は、画像データベース 68、画像表示装置 64、編集装置 69、制御装置 699、および色変換装置 63 を有しており、これらが内部伝送路で結ばれている。ここで、ゼログラフィープリンタ 65 は、上述した内部伝送路に直結されているプリン

タであり、 $C_5M_5Y_5K_5$ 信号に基づいて印刷を行う。

【0061】画像データベース68は、使用頻度の高い画像データ、コンピュータグラフィックスによる生成画像、および編集画像を蓄積するとともに、色変換の為の情報等をも蓄積し、これら蓄積したデータを必要ときに読み出して使用する事ができる。

【0062】制御装置699は、オペレータが各種指示を入力するためのキーボードやマウスなどの入力装置を備えている。そして、オペレータが、制御装置699に指示を与えると、伝送路接続装置67は、この指示に対応した読み出し可能なデバイス（例えば、画像入力装置群61内のいずれかの装置）と、書き込み可能なデバイス（例えば、画像出力装置群62内のいずれかの装置）とを接続し、画像データ及びプロファイルの転送を行う。

【0063】上記構成において、オペレータは、制御装置699を用いて、画像入力装置群61内のいずれかの装置または画像データベース68を選択するとともに、画像表示装置64、ゼログラフィープリンタ65、画像データベース68または、画像出力装置群62内のいずれかの装置から一つを選択する。次に、制御装置699は、オペレータによって入力された選択情報に基づいて、画像入力のための伝送路を確保し、選択された画像入力装置から色変換装置63へ画像信号を伝送する。色変換装置63では、所定の処理（後述）を行い、その結果である画像出力信号を出力する。

【0064】色変換装置63の画像出力信号が、内部伝送路で直接接続されている画像表示装置64か、ゼログラフィープリンタ65であれば、データ伝送路66を介さずに直接伝送する。一方、出力先が、データ伝送路66を経由する場合は、オペレータにより指示されている画像出力装置群62の中の一つに処理画像を伝送し、これにより、画像出力が得られる。

【0065】次に、色変換装置63における処理について説明する。前提として、入力装置として画像入力装置群61の反射原稿用スキャナ61aが選択されるとともに、出力装置として画像出力装置群62の昇華型感熱プリンタ62cが選択されているものとする。

【0066】まず、色変換を行うための係数をセットするために、オペレータの選択した装置に対応する係数選択信号が、制御装置699から色変換装置63に対して送られる。すなわち、この場合には、反射原稿用スキャナ61aが出力する画像信号のタイプが $R_1G_1B_1$ であることを示すとともに、昇華型感熱プリンタ62cが利用する画像信号のタイプが $C_3M_3Y_3K_3$ であることを示す係数選択信号が送出される。この場合、制御装置699には、画像入力装置および画像出力装置の種類毎にその素性を示す係数選択信号が予め記憶されており、オペレータの選択に応じた係数選択信号が出力されるようになっている。

【0067】ここで、図7は、色変換装置63の内部構成を示す図であり、図示のように、符号79で示す係数選択信号は制御手段77に供給される。これにより、制御手段77は、係数選択信号に対応した変換係数（ $L^*a^*b^*$ への変換係数）を記憶装置78から読み出してNN変換器71に書き込む。

【0068】この動作が終了すると、3次元LUT色変換器72に対して、画像出力装置用の変換係数を書き込む。これら、NN変換器71および3次元LUT色変換器72は、各々色変換係数が自在に書き換えられる点を除いて、前述した第1実施例で述べたもNN変換器1および3次元LUT色変換器2と同じである。この一連の色変換係数セットの動作を終了すると、図6の制御装置699は、実際の画像信号の処理を開始する。

【0069】すなわち、反射原稿用スキャナ61aから出力される R_1, G_1, B_1 信号は、図7の入力画像記憶手段75におけるイメージエリア IM_1, IM_2, IM_3 に一旦蓄えられた後、NN色変換器71によって L^*, a^*, b^* 信号に変換され、さらに、3次元LUT色変換器72によって C, M, Y, K 信号に変換される。これらの画像信号は、各々出力画像記憶手段76の記憶エリア OM_1, OM_2, OM_3, OM_4 に蓄えられ、その後、選択されている画像出力装置に送られ顕像化される。

【0070】この第2の実施例においては、前述の第1実施例と同様に、第1の色変換と第2の色変換の中間に位置する色信号に対して、特願平6-144268に記載されているガミユートアラーム機構を容易に付加できる。さらに、デバイスインデペンデントな色信号上で行うガミユート圧縮を挿入することも可能である。このように、デバイスインデペンデントな色信号を経由する色変換であることにより、高精度で、高機能な画像処理装置が提供できる。

【0071】C：第3実施例

次に、この発明の第3実施例について説明する。この実施例は、 $C' M' Y' K'$ 信号を発生する印刷用スキャナ等を画像入力装置とし、また、画像出力装置がCMYK色信号を用いて印刷を行う場合に本発明を適用した実施例である。

【0072】図8は、本実施例の構成を示すブロック図であり、画像入力装置81は、原稿をスキャンし、 $C' M' Y' K'$ 各8bitの色信号を発生する。この $C' M' Y' K'$ 信号は、第1の色変換器であるNN色変換器（Neural Network色変換器）82によりデバイスインデペンデントな中間色信号 $L^*a^*b^*$ 各8bitに変換され、該色信号は第2の変換器である3次元LUT色変換器（Look Up Table）83によりCMYK各8bitに変換され、画像出力装置84により顕像化される。なお、上述した例では画像入力装置から、画像出力装置までの信号は、8bitに量子化されているが、これは何bitであつてもよい。

【0073】本実施例における3次元LUT色変換器83の構成は、第1実施例の3次元LUT変換器3と同様であるが、NN色変換器は、第1実施例のものとは異なっている。

【0074】そこで、NN色変換器82の詳細を図9を用いて説明する。図9は、ニューラルネットワークの規模と接続形態を示しており、本実施例では、入力層821、第一中間層822、第二中間層823、および出力層824が、各々4細胞、5細胞、5細胞、および3細胞の構成となっている。出力層114からの出力値は量子化機構825によって量子化されて、最終的なNN変換器の出力値となる。

【0075】この実施例においては、4入力信号を取り扱っているが、3入力信号を取り扱う図2に示す構成と比較すると、入力層の細胞の一つを追加するだけの構成となっている。したがって、多次元LUT系色変換のような規模の増大化を必要とず、高精度な色変換を実現することができる。

【0076】なお、入力層821から出力層824のニューラルネットワークに関して、中間層の数と細胞はいくつであってもかまわないし、本発明では入力層→第1中間層→第2中間層→出力層を通過する形であるが、飛び越しを行う接続形態でもよい。

【0077】ところで、本実施例は、最終印刷物を形成することは勿論、印刷で行われる色校正にも良好に適用できる。そこで、このような用途に使用するためのNN変換器82に対する色変換係数の決定方法を以下に述べる。まず、画像入力装置81は、印刷用スキャナであり、普通写真フィルムを原稿として、RGBに分解し、色変換(UCRを含む)および調整を行い、4色信号C' M' Y' K' を生成する機構を備えている。このときC' M' Y' K' を生成するための調整は、一般に、印刷に習熟したオペレータが行い、印刷工程を経て出力される最終印刷物が、注文主の嗜好にあった仕上がりになるようにする。

【0078】従って、図8に示すシステムでの最終出力画像の色再現の目的は、4色信号C' M' Y' K' に基づいて、所定の印刷工程を経て刷り上がった印刷物に他ならない。すなわち、網点面積率信号C' M' Y' K' の組み合わせによる色票画像信号を生成し、所定の印刷工程を経て刷られた印刷物を測色してL*a*b*を求め、C' M' Y' K' とL*a*b*の対を教師信号として学習させた結果がNN変換器82の色変換係数とな

る訳である。

【0079】一方、国内外のインキメーカーは、標準的な印刷条件で印刷された色見本を市販している。このような色見本を用いて、複数の標準的な印刷条件をシミュレートした色変換係数を求めることが可能である。第2実施例の図7のような係数切替構成を追加すれば、市場の大半の印刷をカバーできる汎用の印刷シミュレートを行うことができる。

【0080】また、従来よりの印刷で行われてきた校正刷りは、多くの工程を必要とし時間と労力を要するものであったが、本実施例を通常の印刷システムに付加すれば、生産性のよい校正が実施できるとともに、ゼログラフィーカープリンタ、熱昇華型カラープリンタ等の汎用的な画像出力装置を使用することができる。

【0081】D：第4実施例
前述した第3実施例では、C' M' Y' K' 4入力系専用のシステムを示したが、この第4実施例は、その他の3入力系と共用させた汎用的なシステムの例である。

【0082】さて、C' M' Y' K' 4入力画像信号は、印刷用スキャナによって生成されるから、図6に示す第2実施例の画像入力装置群61に印刷スキャナを追加する形式をとることができる(図示せず)。このように追加した場合であっても、装置構成は、第2実施例とほぼ同様の構成とすることができる。

【0083】ただし、色変換装置63の構成は、図10に示すようになる。この図が前述した図7と異なる点は、入力画像記憶手段75に代えて、4面の記憶エリアを有する入力画像記憶手段101が設けられている点、および、NN色変換器102が、第9図に示すものと同様に入力層が4細胞からなるものを使用している点である。

【0084】さて、3入力色信号系に関する説明は第2実施例で、4入力系専用の色変換については、第3実施例で述べているので、ここでは、3入力色信号系、4入力系の切替に伴う特別な機構のみについて説明する。

【0085】まず、本実施例における入力画像記憶手段101は、4面分の記憶エリアを有しているが、3入力系を用いた場合には、未使用面が1面できる。そこで、NN変換器102に対する色変換係数の色順と対応するために、表2に示すように、入力画像記憶手段101の4面に対する色信号を割り付けている。

【0086】

【表2】

入力画像 記憶手段	CMYK	CMY	RGB	YCrCb	XYZ	L*a*b*
IM ₁	M	M	G	Y	Y	L*
IM ₂	C	C	R	C _r	X	a*
IM ₃	Y	Y	B	C _b	Z	b*
IM ₄	K					

【0087】なお、表2に示した色信号は代表的なものであって、記載された以外のものであっても色変換係数との対応さえつけておけば、本実施例に適用可能である。

【0088】次に、NN色変換器102について説明する。3入力の場合、入力画像手段101の記憶エリアIM4に対応する入力が必要である。このため、記憶エリアIM4からの入力に重み係数をゼロとして、見かけ上、第4番目の入力がないものとして扱っている。なお、実際にスイッチング機構をもうけてもよい。また、本実施例では、4入力系として、C' M' Y' K' を発生する印刷用スキャナを用いたが、最近では、CD-ROMを媒体として、標準的な4色分解信号C' M' Y' K' が流通しており、当然、このような画像信号を入力としてもよい。また、3入力、4入力系の画像信号をTCP/IPプロトコル等によりネットワークを通じて送受信を行うことができる。

【0089】さらに、上述した各実施例においては、LAN（ローカルエリアネットワーク）や、広域ネットワーク等を通じて画像データを送受信することにより、遠隔地でも、速やかに所望の画像出力を提供することができる。また、印刷などのプロユースから、一般ユーザーまでをカバーする汎用性の高い画像処理装置が提供することができる。

【0090】E：変形例

第2、第4実施例においては、複数の画像出力装置に応じて3次元LUTの係数を変更し得るように構成したので、これらの画像出力装置を適宜選択して使用することができる利点があるが、画像出力装置が特定の1台の場合は、3次元LUTの変換係数は、当該画像出力装置用のものだけを設定しておけば良い。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、高精度な色変換が行えとともに、回路規模を増大させることなく入力デバイスの色信号特性に容易に適合

することができ、しかも、ガミュートアラムや圧縮処理などを高速に行うことができる（請求項1～4）。

【0092】また、入力色信号の特性に応じてニューラルネットワークの係数を切り替えるようにすれば、複数の入力デバイスの色信号特性に瞬時に適合することができる（請求項3、4）。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】 同実施例におけるNN色変換器1の構成を示すブロック図である。

【図3】 同実施例におけるニューラルネットワークの細胞の構成例を示す図である。

【図4】 同実施例における3次元LUT色変換器2の構成を示すブロック図である。

【図5】 同実施例における立方体補間を説明するための概念図である。

【図6】 この発明の第2実施例の構成を示すブロック図である。

【図7】 同実施例における色変換装置63の構成を示すブロック図である。

【図8】 この発明の第3実施例の構成を示すブロック図である。

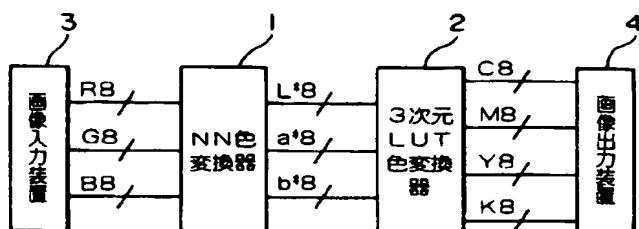
【図9】 同実施例におけるNN色変換器82の構成例を示すブロック図である。

【図10】 この発明の第4実施例の要部の構成を示すブロック図である。

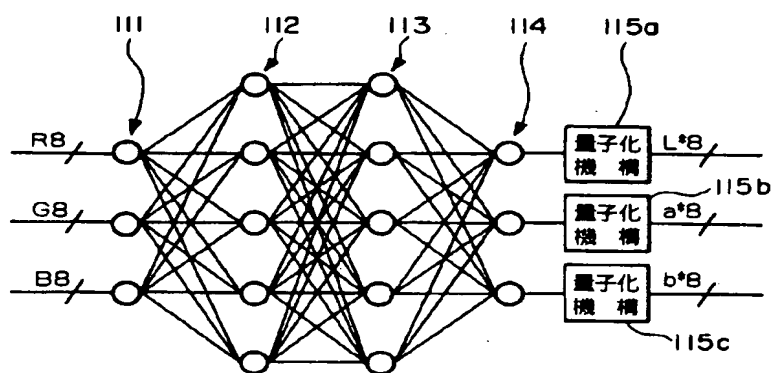
【符号の説明】

- 1, 71, 81 NN色変換手段（第1の色変換手段）
- 2, 72, 82 3次元LUT色変換器（第2の色変換手段）
- 77 制御手段（係数変更手段）
- 78 記憶装置（係数変更手段）
- 699 制御装置（係数変更手段）

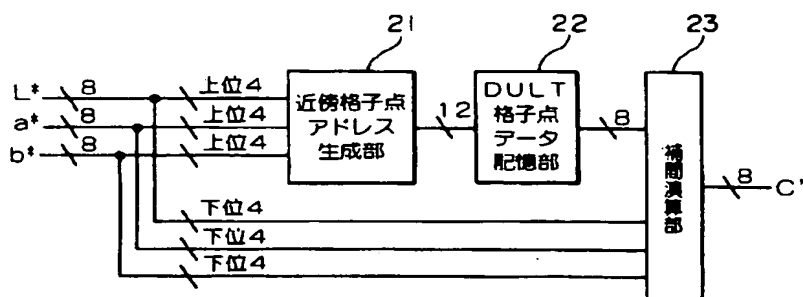
【図1】



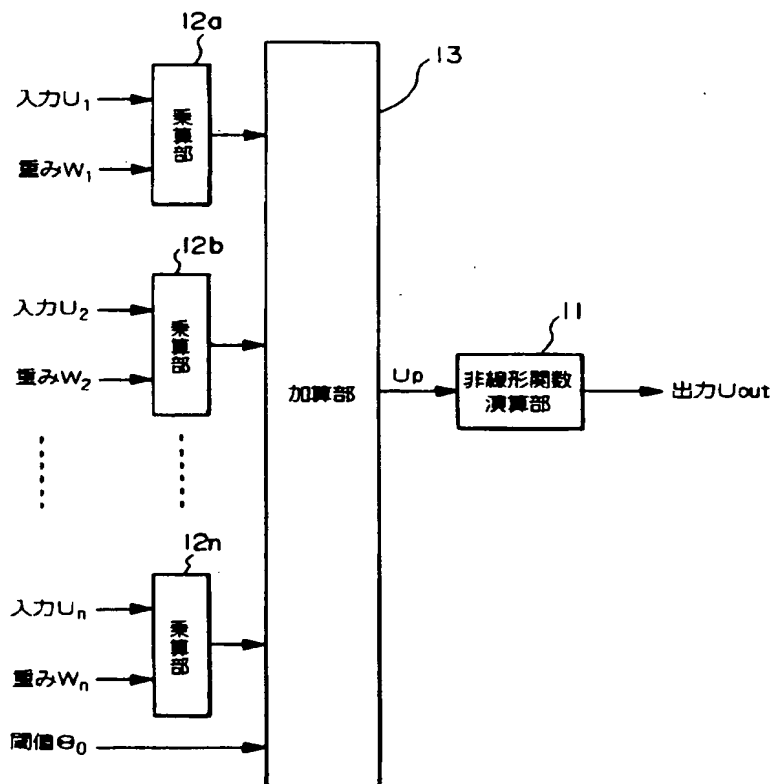
【図2】



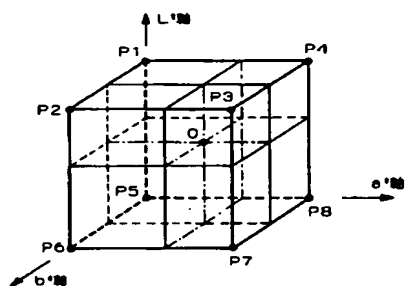
【図4】



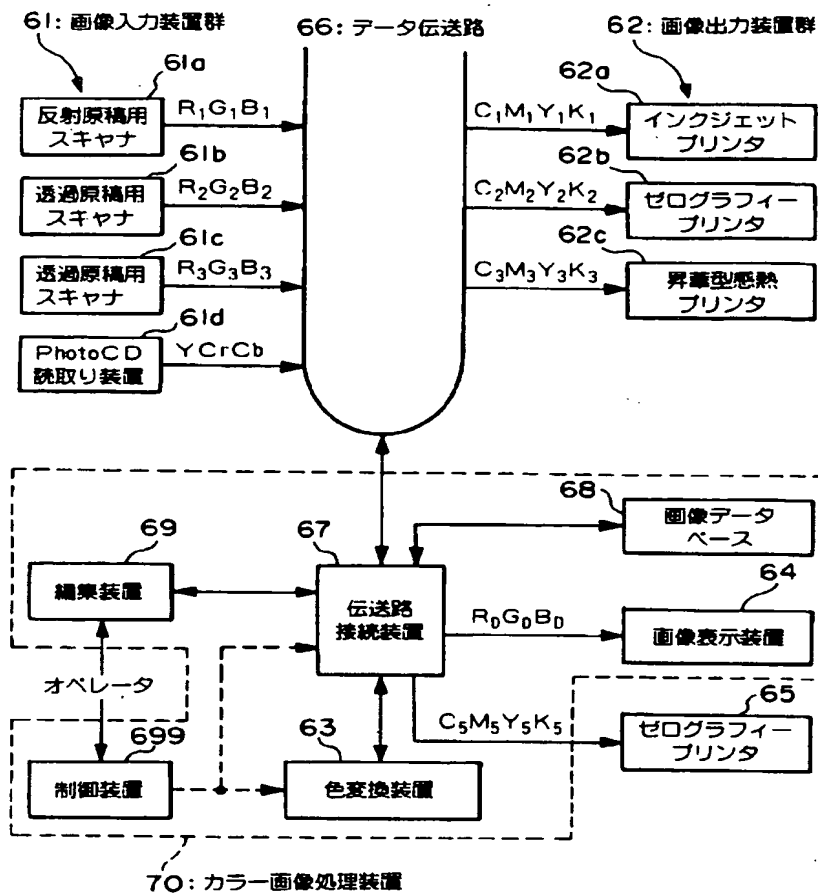
【図 3】



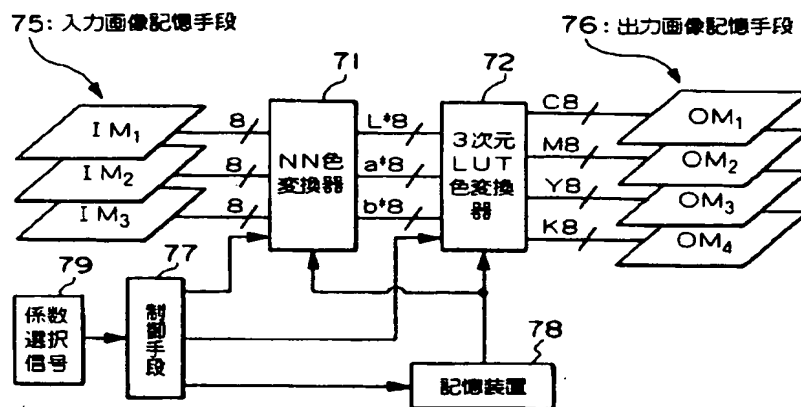
【図 5】



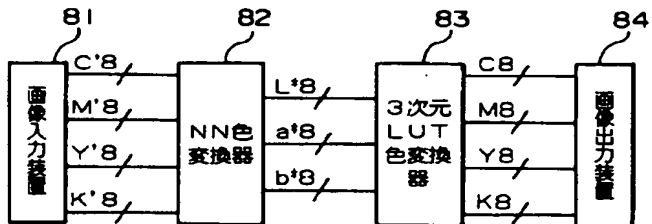
【図 6】



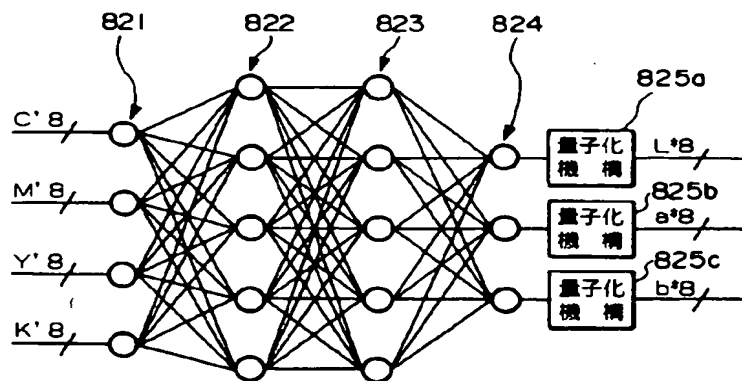
【図 7】



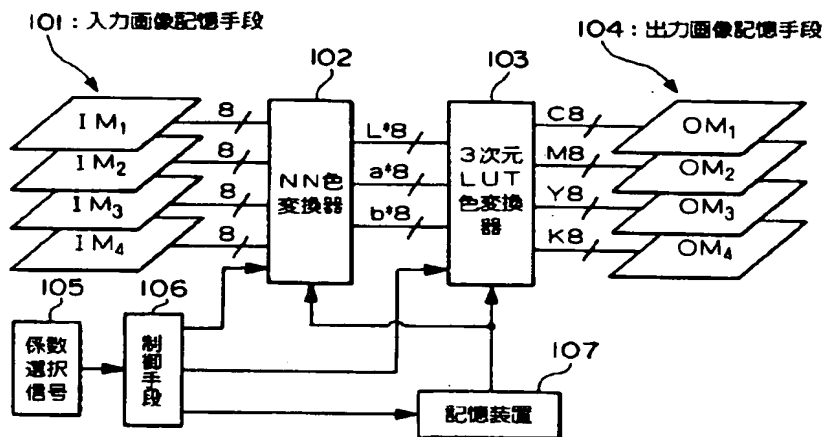
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 6 F 15/18

G 0 6 T 1/00

識別記号

5 5 0 G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/66

3 1 0

3 3 0 P